



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Εργασία 3

Πλαίσιο Προβλήματος

Σε αυτή την άσκηση καλείστε να υλοποιήσετε ένα πρόγραμμα Προσομοίωσης Ασύρματου Δικτύου Αισθητήρων (**Wireless Sensor Network Simulator**) για την ανταλλαγή και διαχείριση πληροφοριών μέσα σε ένα τέτοιο δίκτυο.

Ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (ΑΔΑ) είναι ένα σύνολο από υπολογιστικές μονάδες με περιορισμένη υπολογιστική δύναμη και μικρή μνήμη. Τα ΑΔΑ μπορούν να τοποθετηθούν σε δάση, εργοστάσια, κτλ. διασκορπίζοντας τους ασύρματους αισθητήρες με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αποδοτική η μεταξύ τους επικοινωνία για ανταλλαγή δεδομένων. Οι ασύρματοι αισθητήρες διαθέτουν ασύρματες αντένες που επιτρέπουν επικοινωνία ανάμεσα σε κάποιο αισθητήρα/κόμβο και στους κόμβους που βρίσκονται εντός του εύρους επικοινωνίας του. Επίσης, κάθε κόμβος διαθέτει κυκλώματα τα οποία μετρούν διάφορες περιβαλλοντολογικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία, υγρασία, κτλ.

Στο συγκεκριμένο πρόβλημα, θεωρήστε ότι θα αναπτύξουμε ένα ΑΔΑ σε ένα δάσος με σκοπό να ελέγχουμε τη θερμοκρασία σε συγκεκριμένες περιοχές εντός του δάσους και να ενημερώνουμε τυχόν πυροσβεστικά κέντρα σε περίπτωση ανίχνευσης πυρκαγιάς.

Περιγραφή εργασίας

Θεωρήστε ένα δίκτυο ΑΔΑ όπως περιγράφεται πιο πάνω και το οποίο θα αποτελείται από ένα σύνολο ασύρματων αισθητήρων (sensors) και ένα σύνολο από κεντρικές μονάδες ελέγχου (πυροσβεστικούς σταθμούς). Κάθε μια από αυτές τις οντότητες διαθέτει κάποια τοποθεσία η οποία δίνεται ως ζεύγος από συντεταγμένες (x, y) . Με βάση τις τοποθεσίες αυτές ορίζουμε την απόσταση στην οποία βρίσκονται δύο κόμβοι του δικτύου ως την μεταξύ τους Ευκλείδεια απόσταση. Δηλαδή, αν δύο κόμβοι βρίσκονται στα σημεία (x_1, y_1) και (x_2, y_2) αντίστοιχα, τότε η μεταξύ τους απόσταση είναι ίση με:

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Επιπλέον, υποθέτουμε ότι δύο κόμβοι μπορούν να επικοινωνήσουμε μεταξύ τους αν η μεταξύ τους απόσταση είναι μικρότερη του d , για κάποια τιμή d . Με άλλα λόγια το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ένας μη-κατευθυνόμενος γράφος με βάρη:

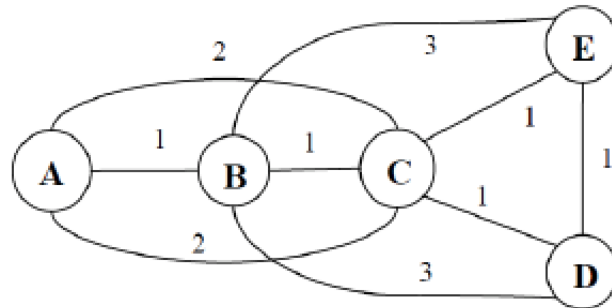
- Κάθε κόμβος του γράφου αντιστοιχεί σε κάποιο sensor ή κέντρο ελέγχου
- Η ύπαρξη ακμής ανάμεσα στους κόμβους συνεπάγεται ότι η μεταξύ τους απόσταση είναι μικρότερη του d .
- Το βάρος της ακμής ανάμεσα σε δύο κόμβους αντιστοιχεί στη μεταξύ τους απόσταση.

Το δίκτυο θα πρέπει να παρέχει τις πιο κάτω λειτουργίες:

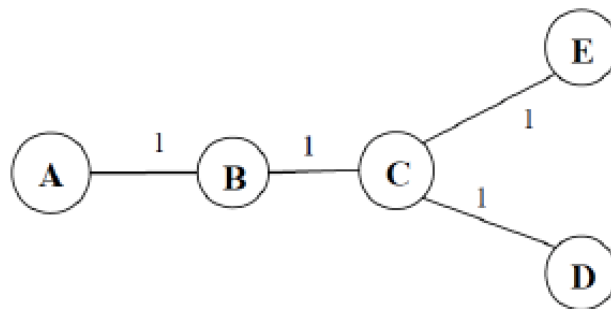
- Σε περίπτωση που κάποιος κόμβος ανιχνεύσει ψηλές θερμοκρασίες στο περιβάλλον του θα πρέπει να στείλει μήνυμα συναγερμού πάνω στο δίκτυο με τελικό επιδιωκόμενο παραλήπτη του μηνύματος το κοντινότερο πυροσβεστικό κέντρο.
- Κατά τακτά διαστήματα, τα πυροσβεστικά κέντρα στο δάσος ζητούν να ενημερωθούν για την ψηλότερη θερμοκρασία που υπάρχει στο δάσος. Αυτό προϋποθέτει επικοινωνία με όλους τους κόμβους του δικτύου και υπολογισμό αυτής της μέγιστης τιμής.

Για σκοπούς ελαχιστοποίησης του αριθμού μηνυμάτων που στέλνονται και κατ' επέκταση της υπολογιστικής δύναμης (μπαταρία) που καταναλώνεται, οι λειτουργίες αυτές επιτυγχάνονται με την κατασκευή ενός ελάχιστου γεννητορικού δένδρου και τη χρήση του ως βάση για τους ζητούμενους υπολογισμούς.

Για παράδειγμα, θεωρείστε το πιο κάτω δίκτυο, το οποίο αποτελείται από 5 κόμβους (A, ..., E), όπου η ύπαρξη ακμής ανάμεσα σε δύο κόμβους δηλώνει την δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας ανάμεσα σε αυτούς και το βάρος της ακμής την απόσταση ανάμεσα στους κόμβους.

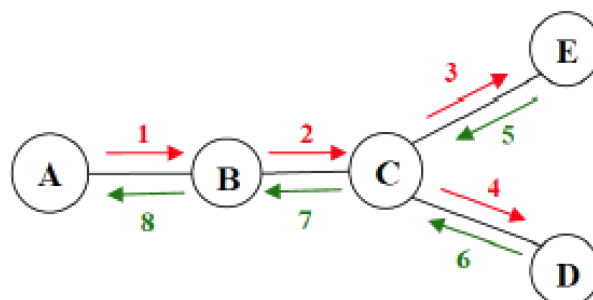


Το ελάχιστο γεννητορικό δένδρο του γράφου είναι το εξής:



Αν ο κόμβος A ζητήσει ενημέρωση για την ψηλότερη θερμοκρασία του δικτύου, θα ακολουθήσει μια επικοινωνία μηνυμάτων πάνω στο δένδρο έτσι ώστε: στην πρώτη φάση να ενημερωθούν όλοι οι κόμβοι για το αίτημα του A και, στη δεύτερη φάση να επιστραφεί από κάθε κόμβο η μέγιστη θερμοκρασία στο δένδρο που ριζώνει στον κόμβο.

Στο πιο κάτω σχήμα, σημειώνεται μια δυνατή σειρά μηνυμάτων που υλοποιούν αυτή την ιδέα: Ο κόμβος A ενημερώνει τον κόμβο B, ο οποίος με τη σειρά του ενημερώνει τον κόμβο C και στη συνέχεια ο C τους D και E για το αίτημα προς επεξεργασία (μηνύματα 1-4). Στη συνέχεια οι κόμβοι E και D ενημερώνουν τον πατέρα τους (κόμβος C) για τις θερμοκρασίες τους (μηνύματα 5 και 6 αντίστοιχα), ενώ ο κόμβος C ενημερώνει τον κόμβο B για την μέγιστη θερμοκρασία στο υπό-δένδρο που ριζώνει σε αυτόν (μήνυμα 7) και, τέλος, ο κόμβος B ενημερώνει τον κόμβο A για τη μέγιστη θερμοκρασία του δικτύου που ριζώνει στον B. Σημειώστε ότι για να στείλει κάποιος κόμβος απάντηση στον πατέρα του θα πρέπει να έχει πάρει απαντήσεις από όλα τα παιδιά του.



Λεπτομέρειες Υλοποίησης

Το πρόγραμμά σας θα πρέπει να παίρνει σαν όρισμα [στη γραμμή εντολής], την τιμή του d και το όνομα ενός αρχείου το οποίο θα περιέχει στοιχεία κόμβων. Κάθε γραμμή στο αρχείο θα περιέχει πληροφορίες για ένα κόμβο και πιο συγκεκριμένα την ταυτότητά του, τις συντεταγμένες στις οποίες βρίσκεται και την θερμοκρασία που ανιχνεύει. Οι πληροφορίες χωρίζονται με tab. Ένα παράδειγμα τέτοιου αρχείου φαίνεται πιο κάτω:

01	[42, 85]	30
123	[210, 50]	32
353	[12, 345]	28
02	[190, 300]	30
12	[48, 105]	58
821	[153, 46]	25

Σημειώστε ότι αν η ταυτότητα του κόμβου ξεκινά από 0 τότε ο κόμβος είναι πυροσβεστικός κόμβος, διαφορετικά, είναι υπολογιστικός κόμβος.

Κατά την εκκίνηση της εκτέλεσης του προγράμματος, τα στοιχεία του αρχείου που δόθηκε ως παράμετρος στο πρόγραμμα θα πρέπει να διαβάζονται και θα κτίζεται ο γράφος που αντιστοιχεί σε αυτά. Στη συνέχεια το πρόγραμμά σας θα πρέπει προσφέρει μέσω ενός μενού τις πιο κάτω διαδικασίες:

1. **Υπολογισμός του ελάχιστου γεννητορικού δένδρου του γράφου.**
2. **Εκτύπωση (και όχι υπολογισμός) του ελάχιστου γεννητορικού δένδρου του γράφου:** Η εκτύπωση θα ξεκινά από τον κόμβο 02 και θα κάνει περιήγηση του δέντρου εφαρμόζοντας κατά πλάτος διερεύνηση.
3. **Εισαγωγή νέου κόμβου (ταυτότητα, συντεταγμένες και θερμοκρασία):** Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να κάνει τις απαραίτητες αλλαγές στο ελάχιστο γεννητορικό δένδρο που υπάρχει αποθηκευμένο. Η διαδικασία επανα-υπολογισμού του ελάχιστου γεννητορικού δέντρου θα πρέπει να είναι όσον το δυνατόν γρηγορότερη (άρα πιθανόν να μην πρέπει να χρησιμοποιήσετε τη μέθοδο του μενού 1, αλλά το γεγονός ότι ήδη έχετε το γεννητορικό δένδρο από προηγουμένως).
4. **Αποχώρηση κόμβου (ταυτότητα):** Η διαδικασία αυτή θα πρέπει και πάλι να κάνει τις απαραίτητες αλλαγές στο ελάχιστο γεννητορικό δένδρο που υπάρχει αποθηκευμένο. Η διαδικασία επανα-υπολογισμού του ελάχιστου γεννητορικού δέντρου θα πρέπει να είναι όσον το δυνατόν γρηγορότερη (άρα πιθανόν να μην πρέπει να χρησιμοποιήσετε τη μέθοδο του μενού 1, αλλά το γεγονός ότι ήδη έχετε το γεννητορικό δένδρο από προηγουμένως).
5. **Ενημέρωση του πυροσβεστικού κέντρου A για την υψηλότερη θερμοκρασία του δικτύου,** όπου το A είναι ταυτότητα κόμβου και δίνεται ως παράμετρος από τον χρήστη. Η διαδικασία θα πρέπει να χρησιμοποιεί μόνο τα μονοπάτια που ανήκουν στο ελάχιστο γεννητορικό δένδρο του γράφου, όπως περιγράφεται στη σελίδα 2 της εργασίας.
6. **Έξοδος από το πρόγραμμα** επαναγράφοντας τα στοιχεία των κόμβων στο αρχείο όπως διαμορφώθηκαν κατά την εκτέλεση του προγράμματος.

Το πρόγραμμά σας, για τη μοντελοποίηση του γράφου, **ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ** να χρησιμοποιεί τη δομή που έχουμε συζητήσει στο εργαστήριο, διαφορετικά η εργασία θα παίρνει μηδενική βαθμολογία. Όσον αφορά τη μέθοδο κατακερματισμού, θα ξεκινά από μέγεθος πίνακα 5 και στην περίπτωση που η λίστα μιας θέσης γίνει μεγαλύτερη από 20 θα γίνεται επανα-κατακερματισμός σε πίνακα δεκαπλάσιο του προηγούμενου (50, 500, 5000 ...)

Το πρόβλημα πιθανόν να μην είναι πλήρως προδιαγεγραμμένο. Στην περίπτωση που αποφασίσετε ότι χρειάζεται επιπλέον διασαφήνιση του προβλήματος, μπορείτε να κάνετε οποιαδήποτε (λογική) υπόθεση.

Αξιολόγηση Εργασίας

Η προγραμματιστική αυτή άσκηση είναι ομαδική και η μέγιστη δυνατή βαθμολογία είναι 100. Για την αξιολόγηση της άσκησης, θα ληφθούν οι πιο κάτω παράμετροι:

1. **Κατανοητά Σχόλια:** Γράφετε κατανοητά σχόλια που να εξηγούν την λειτουργία της κάθε κλάσης/πεδίου/μεθόδου.
2. **Ορθότητα Λειτουργίας 80%:** Το πρόγραμμά σας θα πρέπει να υλοποιεί ορθά τις λειτουργίες του συστήματος όπως αυτές περιγράφονται στην εκφώνηση. Τα προγράμματα θα πρέπει να επιστρέφουν τη σωστή απάντηση για όλα τα στιγμιότυπα του πεδίου ορισμού του προβλήματος που λύνουν, διαφορετικά δεν θα λάβουν (όλες) τις μονάδες που αντιστοιχούν στην ορθότητα. Βεβαιωθείτε ότι έχετε ελέγξει την ορθότητα του προγράμματός σας πριν το παραδώσετε.
3. **Επεξήγηση Συστήματος και Αναφορά 20%:** Το πρόγραμμά σας θα πρέπει να ελαχιστοποιεί τη χρήση των πόρων του συστήματος και πιο συγκεκριμένα της μνήμης και του επεξεργαστή. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιείτε θα πρέπει να περιγράφονται με σαφήνεια και ο κώδικας πρέπει να είναι καθαρά γραμμένος και να περιέχει επεξηγηματικά σχόλια. Οι δομές που θα χρησιμοποιήσετε **θα πρέπει** να έχουν διδαχθεί στο μάθημα και σε περίπτωση χρήσης μεθόδων κατακερματισμού, οι κλάσεις θα πρέπει να υλοποιηθούν από εσάς (**απαγορεύεται η χρήση java κλάσεων που σχετίζονται με κατακερματισμό**).
4. Προτρέπεται όπως το πρόγραμμα σας σχεδιάζεται από πάνω προς τα κάτω, αποφασίζοντας δηλαδή πρώτα τις κλάσεις και διασυνδέσεις τους, στη συνέχεια τις μεταβλητές και μεθόδους και τέλος υλοποιώντας το σώμα των συναρτήσεων. Θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη άρθρωση, στοίχιση του κώδικα και κατάλληλη ονοματολογία σε οντότητες του προγράμματος.
5. Σε περίπτωση που το πρόγραμμά σας δεν επιστρέφει αποτέλεσμα ή παρουσιάζει σφάλματα, η μέγιστη βαθμολογία της εργασίας σας θα είναι 30.

Οδηγίες Υποβολής

Η εργασία θα παραδοθεί μόνο ηλεκτρονικά υπό μορφή .zip ή .rar αρχείου.

Η παράδοση θα γίνει μέσω του BlackBoard (EPL231_1). **Προθεσμία: 1/12@13:30**

Δημιουργήστε ένα φάκελο στον υπολογιστή σας που θα έχει ως όνομα **μόνο τις ταυτότητές σας**. Τοποθετήστε σε αυτό τα ακόλουθα αρχεία και στη συνέχεια συμπίεστε τον:

- a. Τα αρχεία με τον πηγαίο κώδικα του προγράμματός σας (src folder μόνο) σε package **cy.ac.ucy.cs.ep1231.IDs123456.homework#**
- b. Ένα αρχείο implementation.pdf το οποίο θα περιέχει μια σύντομη περιγραφή της λύσης σας. Το αρχείο (2-3 σελίδες) θα περιγράφει τη δομή με την οποία έχετε μοντελοποιήσει τον γράφο, τους αλγόριθμους και την πολυπλοκότητα για τις μεθόδους που έχετε χρησιμοποιήσει για την υλοποίηση των επιλογών 3 και 4 του μενού (δικαιολογώντας τις αποφάσεις σας) και τις διάφορες δυσκολίες που αντιμετωπίσατε κατά την υλοποίηση. Επιπλέον θα περιέχει παραδείγματα εκτέλεσης που να αποδεικνύουν την ορθότητά του προγράμματός σας. *Γραμματοσειρά Arial, μέγεθος 11pt, margins το 1 ίντσα (top, bottom, left, right).*

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ